

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

11 N° de publication :

(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction).

2.193.417

21 N° d'enregistrement national :

(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

73.26247

BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE
PUBLICATION

22 Date de dépôt 18 juillet 1973, à 13 h 25 mn.
Date de la décision de délivrance..... 4 février 1974.
47 Publication de la délivrance..... B.O.P.I. — «Listes» n. 7 du 15-2-1974.

51 Classification internationale (Int. Cl.) F 02 b 17/00; F 02 b 19/18.

71 Déposant : SHOWALTER Merle Robert, résidant aux États-Unis d'Amérique.

73 Titulaire : *Idem* 71

74 Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Paillet, Martin & Schrimpf.

54 Moteur à combustion interne à injection de carburant.

72 Invention de :

33 32 31 Priorité conventionnelle : *Demandes de brevets déposées aux États-Unis d'Amérique le
18 juillet 1972, n. 272.944 et le 9 mars 1973, n. 339.538 au nom du demandeur.*

Les moteurs à deux temps présentent couramment une forte dilution du carburant frais et de l'air par des gaz résiduels et pour cette raison, il est relativement facile de construire des moteurs à deux temps donnant une émission de NO assez
5 faible pour satisfaire aux normes en vigueur aux Etats-Unis, soit 5,85 g de NO par kilomètre. Toutefois, les moteurs à deux temps présentent couramment de très fortes émissions d'hydrocarbures et de CO par suite d'un mélange incomplet, d'un court-circuitage du carburant et d'un raté d'allumage aux faibles vitesses et aux
10 faibles pressions moyennes effectives au frein et ils sont donc inacceptables en ce qui concerne la limitation des émissions, sauf si on les combine à des réacteurs catalytiques ou à des réacteurs thermiques d'échappement.

L'un des buts de l'invention est d'éliminer le court-
15 circuitage du carburant dans un moteur à deux temps à injection en injectant tout le carburant après la fermeture de l'orifice d'échappement et en créant des vitesses assez grandes de mélange air-carburant pour que cela soit satisfaisant.

Un autre but est de fournir un moteur à deux temps à
20 injection dans lequel le mélange soit si complet que les hydrocarbures non brûlés et le CO, au-dessus d'une concentration de 0,1 % soient éliminés de la charge centrale du moteur quand le mélange est pauvre.

Un autre but est de réaliser une géométrie d'écoulement
25 telle que la quantité de carburant introduite dans la zone de refroidissement au-dessus du cordon supérieur de piston soit faible ou nulle et que les zones de refroidissement de la chambre de combustion n'envoient pas leurs hydrocarbures non brûlés à l'orifice d'échappement.

Un autre but est encore de réaliser un moteur à deux
30 temps à injection comportant une stratification très efficace de la charge de façon qu'avec une avance à l'allumage le moteur puisse fonctionner à un rapport global air : carburant atteignant 30:1 alors que le rapport air : carburant au voisinage de l'interstice
35 des électrodes est à peu près stoechiométrique quand l'étincelle jaillit, et d'utiliser cette stratification de charge pour réduire

ou éliminer, dans le moteur à deux temps à injection, les ratés d'allumage à faible vitesse et à faible pression moyenne effective au frein. L'utilisation de la cloison perforée avec l'injection de carburant constitue aussi un moyen efficace de stratification de la charge dans les moteurs à quatre temps, où la charge est homogène et riche au-dessus de la cloison pendant la course de compression mais bien mélangée et homogène pendant la course utile.

Sur les dessins :

- 10 - la fig. 1 est une coupe verticale d'un moteur à deux temps à balayage par orifices et à allumage par étincelle, équipé d'une plaque perforée dans le cylindre et d'une injection de carburant dans le cylindre ;
- la fig. 1a est un plan d'un type de plaque perforée située dans le cylindre ;
- 15 - les fig. 2a à 2d sont des plans de variantes supplémentaires de la plaque perforée située dans le cylindre ;
- la fig. 3 est une coupe verticale montrant un moteur diesel à deux temps à balayage par orifices équipé d'une plaque perforée dans le cylindre et d'un système à carburant dans le cylindre ;
- 20 - la fig. 3a est un plan de la plaque perforée de la figure 3 ;
- la fig. 4 est une coupe verticale d'un moteur à quatre temps équipé d'une plaque perforée dans le cylindre et d'une injection rythmée de carburant située dans le cylindre ;
- 25 - la fig. 4a est un plan de la plaque perforée utilisée dans le moteur de la figure 4 ;
- la figure 5 comprend des graphiques représentant le débit massique et volumétrique d'air et le coefficient de stratification en fonction de l'angle des manetons pendant la course de compression et la course utile du moteur de la figure 4, et
- 30 - la fig. 6 est une coupe verticale d'un moteur à quatre temps équipé d'une plaque perforée dans le cylindre et d'une injection rythmée de carburant par orifices.
- 35

Une plaque perforée 1 en matière résistant à la chaleur, représentée en coupe par la figure 1a, est montée entre la culasse 2 du moteur et l'ensemble de cylindre 3 dans lequel est monté le piston 4 et qui est équipé des orifices d'échappement 5 et de l'orifice d'admission 6 de manière à former un moteur à deux temps à balayage. Du carburant est introduit par l'injecteur 8 dans la chambre formée par la plaque perforée 1 et la culasse 2 et dans la culasse 2 est montée une bougie 7.

L'écoulement entre le volume constant de la chambre de culasse formée par la culasse 2 et la plaque 1 et le volume variable de l'ensemble de cylindre 3,4 doit passer à travers les perforations de la plaque 1. Si la section d'écoulement des perforations de la plaque 1 représente un cinquième de l'aire de section de la plaque 1 exposée aux gaz du cylindre, la vitesse d'écoulement à travers les perforations sera cinq fois plus grande que la vitesse qui existerait à travers le même plan sans la plaque. En outre, l'écoulement à grande vitesse à travers les perforations arrive dans le volume relativement stagnant qui se trouve au-dessus ou en-dessous de la plaque et le transfert d'énergie cinétique qui en résulte entraîne une turbulence très intense qui donne des vitesses de mélange supérieures à celles qui étaient possibles antérieurement dans un moteur. Les pertes de pompage dues à la plaque sont faibles et toujours inférieures à 1 % quand la vitesse du piston est inférieure à 914 m/mn.

On considérera l'utilisation de la plaque perforée 1 dans le moteur représenté par la figure 1, qui est une modification directe (par addition de la plaque 1) du moteur représenté par la figure 8A de la publication "A study of Two-Stroke Cycle Fuel Injection Engines for Exhaust Gas Purification", par Giichi Yamagishi, Tadanori Sato et Hiroyoshi Iwasa, de Fuji Heavy Industries Ltd. (SAE Paper 720195). Si l'on injecte du carburant juste après la fermeture de l'orifice d'échappement, la totalité ou la grande majorité du carburant heurte la plaque qui est si chaude que le carburant se vaporise immédiatement et se mélange aux gaz au-dessus de la plaque 1 à mesure que le piston monte. Si l'injecteur pulvérise le courant de carburant sur une portion sans perfo-

rations de la plaque, comme sur la figure 1, il est assuré que tout le carburant soit réfléchi au-dessus de la plaque de sorte que tout le carburant se trouve dans le volume situé au-dessus de la plaque pendant la course de compression avant l'allumage. Les vitesses de mélange données par la plaque sont si grandes que le mélange résiduel air-carburant situé au-dessus de la plaque peut toujours être considéré comme homogène mais que la charge est stratifiée en ce sens qu'il n'y a pas ou presque pas de carburant en dessous de la plaque jusqu'au moment où le piston descend après le point mort haut ou jusqu'au moment où l'allumage est bien établi. Etant donné que le brassage assuré par la turbulence est très intense, les variations du rapport air : carburant dans l'interstice des électrodes d'un cycle à l'autre sont presque éliminées de sorte que les ratés d'allumage dus à cette variation devraient être complètement éliminés. En outre, si l'étincelle jaillit avant le point mort haut, elle allume un mélange d'une richesse supérieure à la moyenne du moteur. Par exemple, si l'étincelle jaillit quand la compression dans le moteur a une valeur égale à $1/x$ fois sa valeur au point mort haut, le mélange qui se trouve au-dessus de la plaque est d'une richesse x fois supérieure à la moyenne sur l'ensemble du cylindre de sorte que l'on peut faire fonctionner le moteur avec un mélange très pauvre en utilisant une avance à l'allumage. Il semble que l'on puisse utiliser dans ces conditions un mélange d'une pauvreté atteignant 30 : 1 et peut-être même 40 : 1 avec avance à l'allumage. En utilisant ce mélange pauvre, on peut obtenir, au ralenti et autrement, un fonctionnement du moteur avec une faible pression moyenne effective au frein sans ratés. L'avantage du fonctionnement à mélange très pauvre avec cette technique de stratification est que les gaz résiduels contiennent une quantité considérable d'oxygène de sorte qu'une fraction résiduelle importante ne signifie plus une faible concentration d'oxygène.

Après la fin de la course de compression, la quasi-totalité du gaz situé en dessous de la plaque est comprimé au-dessus de la plaque et pendant la course utile, la charge devrait être presque parfaitement homogène. Toutefois, les gaz contenus dans les cordons situés au-dessus du segment de feu devraient être exempts de carburant et la couche limite de paroi de piston

devrait être aussi exempté de carburant : le refroidissement provenant de ces zones, qui donne normalement une grande quantité d'hydrocarbures non brûlés, devrait être insignifiant. La plaque elle-même est trop chaude (plus de 540°C) pour causer un refroidissement et la caractéristique d'écoulement du système est telle que les hydrocarbures refroidis provenant de la chambre de culasse située au-dessus de la plaque ne traversent pas la plaque et n'arrivent pas aux orifices d'échappement. La géométrie du moteur à deux temps à injection équipé de la plaque est donc idéale pour l'élimination des émissions d'hydrocarbures car le mélange est complet et les hydrocarbures dus au refroidissement ne dépassent pas l'orifice d'échappement. La turbulence causée par la plaque augmente aussi la vitesse des flammes et la meilleure avance à l'allumage doit être inférieure à celle des moteurs à deux temps classiques pour mélanges à pleine puissance. Toutefois, aux faibles pressions moyennes effectives au frein où des mélanges pauvres sont désirables, l'utilisation d'une avance à l'allumage étend la limite extrême des ratés d'allumage et on réalise la meilleure économie de carburant avec une certaine avance à l'allumage.

Etant donné que le compromis entre l'avance à l'allumage et la limite des ratés par mélange pauvre n'est pas le même que pour d'autres moteurs à deux temps, il faut déterminer empiriquement la meilleure combinaison d'étranglement, d'appauvrissement et d'avance pour différentes vitesses du moteur et différentes charges, avec des moteurs utilisant la modification à plaque perforée.

Il est nécessaire d'expliquer un peu le brassage assuré par la plaque perforée. Avec une plaque qui multiplie par x la vitesse d'écoulement à travers ses perforations, relativement à la vitesse qui existerait à la traversée du même plan sans la plaque, la vitesse de mélange entre carburant, air et gaz résiduel est toujours multipliée par x grâce à la turbulence fine et intense qui se produit quand l'écoulement à grande vitesse à travers les perforations atteint les gaz relativement stagnant situés au-dessus ou en-dessous de la plaque. Cela est très important car cela

améliore le brassage statistique à échelle microscopique et cela réduit fortement le risque de ratés d'allumage ou de variations de combustion d'un cycle à l'autre, dues à l'hétérogénéité de la charge. Sur de petits volumes d'échantillonnage, la distribution
 5 statistique du rapport air : carburant est une distribution normale avec un écart-type qui est inversement proportionnel à la racine cubique des volumes d'échantillonnage et pour un volume donné d'échantillonnage, l'écart normal "s.d." est proportionnel à :

$$\text{s.d.} \propto \frac{1}{e \, r \, t \, d \, t}$$

- 10 expression dans laquelle r est le rapport de mélange et t le temps. Donc, quand on multiplie par 5 la valeur de $r \, t \, d \, t$ avec une plaque qui obture 80 % de la section, l'écart-type de la distribution statistique du rapport air-carburant est divisé par e^5 , donc par 150 environ. Cette forte diminution de l'écart-type signifie en
 15 pratique que de petites variations du rapport volumétrique air : carburant, qui avaient une importance antérieurement, sont maintenant imperceptibles. Avec une plaque perforée convenablement conçue, on peut porter le rapport de mélange r à environ 10 fois celui d'un moteur normal. Les perforations de la plaque donnent
 20 des tourbillons aussi bien grands que petits et le brassage à échelle macroscopique est aussi très bon avec la modification à plaque perforée. La charge au-dessus de la plaque est probablement homogène pour tous les besoins de la pratique une fois que le piston est au-dessus de 60° avant le point mort haut.
- 25 Etant donné que la plaque n'est pas refroidie et fonctionne à la température moyenne des gaz à l'intérieur du moteur, la plaque vaporise efficacement ou convertit en gouttelettes de la grosseur d'une fumée tout le combustible qui la frappe. Grâce à la turbulence causée par la plaque, l'allumage
 30 sur une surface chaude ne peut plus se produire et il n'est plus nécessaire/de refroidir les surfaces du moteur pour empêcher l'allumage prématuré. Etant donné que la plaque s'échauffe plus vite que le reste du moteur, elle réduit le temps pendant lequel des mélanges riches sont nécessaires après le démarrage à froid.
- 35 Pour fabriquer la plaque 1, le plus avantageux est

- d'utiliser de l'"Inconel" en plaque mince de 2 à 2,5 mm en combinaison avec un piston à sommet plat qui arrive à une fraction de millimètre de la plaque 1 au point mort haut. Toutefois, il n'est pas nécessaire que la plaque soit plate mais on peut lui donner
- 5 une forme s'adaptant à des formes de piston autres que plates. Une plaque d'"Inconel" d'une épaisseur atteignant 2 mm est extrêmement durable et ne doit pas causer d'ennuis pendant la durée du moteur. On peut remplacer l'"Inconel" par d'autres matériaux
- 10 solides résistant à la chaleur mais il faut choisir soigneusement les matériaux car certains métaux qui conviennent par ailleurs forment des poisons où s'écaillent en présence d'oxydes de plomb et au moins un alliage pour hautes températures, le "Hastelloy C", cause un allumage prématuré même à froid quand on l'utilise comme
- 15 matériau pour la plaque. Il n'est pas nécessaire que la plaque perforée présente des trous uniformément espacés mais elle peut présenter toute combinaison d'ouïes, de trous inclinés et diverses configurations de trous de manière à donner une infinie variété de configurations
- 20 détaillées d'écoulement au-dessus de la plaque quand le piston monte ou en dessous de la plaque quand le piston descend. Différents exemples sont représentés par les figures 2a, 2b, 2c et 2d. Une configuration de perforations particulièrement intéressante est représentée par la figure 2a où la zone circulaire en tireté est la zone sur laquelle pulvérise l'injecteur : étant donné qu'il
- 25 n'y a pas de perforations dans cette zone, tout le carburant est réfléchi au-dessus de la plaque et il n'arrive de carburant en dessous de la plaque qu'après l'étincelle. On peut adopter diverses autres structures de plaque qui réduisent au minimum la quantité de carburant en dessous de la plaque : l'une des solutions
- 30 les plus simples est de placer l'injecteur de façon qu'il pulvérise sur la plaque sous un angle très oblique de sorte que tout le carburant est réfléchi au-dessus de la plaque quand l'injection est réglée de manière à commencer lorsque le piston a monté et que l'orifice d'échappement est fermé.
- 35 La turbulence très intense causée par la plaque perforée augmente les pertes de chaleur du moteur en augmentant

la diffusibilité thermique des gaz du moteur et l'utilisation de la variante à plaque perforée nécessite un refroidissement amélioré, particulièrement du piston. Toutefois, étant donné que la turbulence élimine l'allumage en surface même sur la plaque qui
5 fonctionne à la température moyenne des gaz à l'intérieur du moteur et n'est pas refroidie, il est possible d'isoler les surfaces non lubrifiées de la chambre de combustion (chambre de culasse et sommet du piston) pour réduire ou éliminer à peu près les pertes de chaleur de ces parties. Les pertes accrues de cha-
10 leur causées par la plaque sont compensées dans une certaine mesure par les gains dus aux plus grandes vitesses de flamme, au fonctionnement avec mélange plus pauvre en charge partielle et à la diminution des ratés.

Les plaques perforées situées dans le cylindre des
15 moteurs à quatre temps, telles qu'elles sont décrites dans le brevet diminuent les exigences du moteur quant à l'indice d'octane du carburant avec une charge homogène.

L'utilisation de plaques perforées situées dans le
20 cylindre, dans les moteurs à deux temps, n'est pas limitée aux moteurs à allumage par étincelle. La modification est aussi utile dans les moteurs diesel, voir la figure 3 qui est une modification du moteur diesel léger polycarburant de Lycoming, Schweitzer et Hussmann avec l'addition d'une plaque perforée (représentée en
25 coupe sur la figure 3a) et avec transfert de la chambre principale de combustion dans la culasse au-dessus de la plaque plutôt que dans le piston en cuvette de la structure de Schweitzer. Le fonctionnement à deux temps de ce moteur n'est pas changé par ces modifications.

Les différences entre ce moteur et celui de Lycoming,
30 Schweitzer et Hussmann résident dans la modification du piston qui a un sommet plat, dans l'addition d'une chambre de combustion 9 et de la plaque perforée 10 montée entre la chambre 9 et le volume parcouru par le piston. La chambre 9 est une cuvette en porcelaine
35 d'alumine munie de trous pour la bougie de préchauffage 11 et l'injecteur 12 qui est monté dans la chambre de culasse d'un seul

tenant 13 par un procédé combiné d'emmanchement et de collage à l'époxyde : l'alumine de la chambre 9 a une épaisseur d'environ 2,5 mm et du côté du gaz, elle fonctionne à peu près à la température moyenne des gaz du moteur. La plaque perforée 10 est aussi
5 formée de céramique d'alumine très résistante, assez épaisse pour assurer un isolement notable et elle est montée sur la chambre de culasse 13 au moyen d'une monture d'époxyde et de caoutchouc de silicone ou par d'autres moyens. Voir le disque 10 en coupe schématique sur la figure 3a : étant donné que la plaque fonctionne
10 généralement à très haute température, si la portion centrale de la plaque perforée ne contient pas de perforations et sert de cible à un courant (au lieu de la pulvérisation fine qui est usuelle) venant de l'injecteur 12, le système est capable de réfléchir tout le carburant au-dessus de la plaque de sorte qu'il n'arrive pas
15 de carburant en dessous de la plaque avant que le piston n'atteigne le point mort haut à chaque cycle de compression. La turbulence fine et intense engendrée par la plaque, jointe au fait que la plaque chaude vaporise et pulvérise le carburant en gouttelettes beaucoup plus fines qu'il ne serait possible avec un injecteur
20 avec une pénétration appropriée, élimine la fumée, les dépôts de coke et permet d'utiliser beaucoup d'air avec cette structure. A certains égards, la structure ressemble à un moteur diesel à préchambre mais la plaque perforée entraîne une turbulence fine beaucoup plus intense que les structures à préchambre (les structures classiques de préchambre ont des tourbillons extrêmement
25 grands et ne donnent pas un bon mélange à l'échelle microscopique) et cela élimine donc les problèmes dus à la suite et communément associés aux structures à préchambre. Si le sommet plat du piston 14 de Schweitzer est isolé à la céramique, les pertes de chaleur
30 et les problèmes de refroidissement de piston que comporte cette structure peuvent être réduits considérablement. En tout cas, le piston 14 de Schweitzer, qui est refroidi à l'huile par l'ensemble de pulvérisation 15, peut être convenablement refroidi de sorte que l'on peut régler convenablement la température des segments.
35 On peut utiliser une chambre de combustion de petit volume telle que 9 dans des moteurs à deux temps de type diesel

ou à allumage par étincelle et elle permet d'utiliser de grands diamètres de piston dans un moteur muni d'une chambre de combustion de petit volume et avec les avantages du volume réduit : mélange amélioré, trajet plus court des flammes et faible perte de chaleur.

- 5 Si la chambre 9, le sommet du piston et la plaque 10 sont en matière isolante, la structure doit réduire notablement la perte de chaleur du moteur. Dans un moteur à étincelle, le trajet plus court des flammes doit permettre de diminuer les exigences du moteur quant à l'indice d'octane du carburant.
- 10 L'utilisation de plaques perforées situées dans le cylindre dans des moteurs à deux temps du type à allumage par étincelle comme du type à injection de carburant diesel présente de grands avantages. Etant donné que l'on peut multiplier au moins par cinq les vitesses de mélange entre carburant, air et gaz rési-
- 15 duel, relativement à d'autres structures, on peut éliminer ou réduire considérablement les inconvénients liés au mélange, à savoir la combustion incomplète. La structure est conçue pour empêcher le carburant d'arriver dans le cordon annulaire situé au-dessus du segment de feu et dans la couche limite de la paroi du cylindre,
- 20 où le refroidissement cause des émissions d'hydrocarbures et elle est aussi conçue pour empêcher les couches de gaz de refroidissement situées dans la chambre de culasse de sortir par l'orifice d'échappement. Dans les moteurs diesel, l'utilisation de la plaque permet d'obtenir de petites gouttelettes par choc sur la plaque
- 25 chaude ce qui permet à un injecteur de bonne pénétration de donner une pulvérisation fine et dans les moteurs diesel, la turbulence accrue de l'air améliore fortement l'utilisation d'air du moteur.

- Dans les moteurs à deux temps à allumage par étincelle, la variante à plaque d'un moteur à deux temps à injection donne des
- 30 vitesses de mélange assez grandes pour que tout le carburant puisse être injecté après la fermeture de l'orifice d'échappement, ce qui élimine les courts-circuits sans perte de puissance et la modification assure aussi une stratification très efficace pendant la course de compression mais assure l'homogénéité pendant la course utile
- 35 de sorte que l'on peut obtenir l'avantage de la stratification sans aucune diminution de l'utilisation maximale d'air. La modification doit permettre à des moteurs à deux temps à injection déjà conformes aux normes concernant le NO de répondre aussi aux normes con-

cernant les hydrocarbures et le CO.

La combinaison d'une plaque perforée située dans le cylindre et de l'injection de carburant dans le cylindre pour la réalisation d'un moteur à charge stratifiée est aussi applicable

5 à des moteurs à quatre temps, voir figure 4. La plaque perforée 16, représentée en coupe par la figure 4a, est montée entre l'ensemble de cylindre 17 et la culasse 18 juste au-dessus du point mort haut du piston 19. La culasse 18 est équipée de la soupape d'admission 20 et de la soupape d'échappement 21 et dans cette culasse sont

10 montés l'injecteur 22 et la bougie 23. Le jet de carburant venant de l'injecteur 22 est dirigé de manière à frapper une portion sans perforations de la plaque 16 de sorte que tout le carburant est réfléchi dans la chambre de culasse au-dessus de la plaque 16. L'injection de carburant est réglée de manière à se produire après

15 le point mort bas lors de la course de compression de sorte qu'il se produit un écoulement ascendant de gaz à travers les perforations de la plaque 16. Avec cette structure, pendant la course de compression et avant que l'allumage ne soit bien établi, tout le carburant se trouve au-dessus de la plaque 16 et si l'étincelle

20 jaillit avant le point mort haut, elle allume un mélange de richesse supérieure au rapport global air : carburant du cylindre : comme dans le cas décrit pour un moteur à deux temps, si l'étincelle jaillit quand le cylindre est à $1/x$ fois/compression au point mort haut, le mélange allumé est x fois plus riche que le rapport

25 moyen air : carburant sur le volume total du cylindre. Cette structure permet un fonctionnement avec mélange très pauvre étant donné la stratification de la charge et la turbulence fine et intense assurée par la plaque 16 assure que la combustion soit complète. Un autre avantage du moteur est qu'il est stratifié pen-

30 dant la course de compression mais homogène pendant la course utile de sorte que la stratification n'entraîne aucun sacrifice de l'utilisation d'air pour le fonctionnement à pleine puissance.

Les variations relatives de l'angle des manetons, du débit volumétrique d'air traversant la plaque, du débit massique

35 d'air traversant la plaque et du coefficient de stratification (rapport : carburant : air au-dessus de la plaque) en fonction rapport global carburant : air

de l'angle des manetons pour le moteur de la figure 4 sont représentées par la figure 5 où l'on suppose que le moteur de la figure 4 a un rapport de compression de 8,5 : 1 et que tout le carburant reste au-dessus de la plaque avant le point mort haut de la course de compression. On notera :

(1) que la majeure partie de l'écoulement à travers la plaque, aussi bien en masse qu'en volume, se produit à environ 20° au maximum avant le point mort haut et

(2) que le coefficient de stratification varie selon un rapport d'environ 3 : 1 entre les réglages d'allumage qui sont pratiquement intéressants. Il existe des relations similaires d'écoulement pour les moteurs à deux temps après la fermeture des orifices.

On peut aussi réaliser un moteur à quatre temps à charge stratifiée en combinant des plaques perforées placées dans le cylindre et une injection réglée de carburant par orifices, voir figure 6. La plaque perforée 24 est montée entre l'ensemble de cylindre 25 et la culasse 26 juste au-dessus de la position de point mort haut du piston 27. La culasse 26 est équipée d'une soupape d'admission 29 et d'une soupape d'échappement 28 et porte l'injecteur à orifice 30 et la bougie 31. L'injection de carburant est réglée de manière à se produire lorsque le piston approche du point mort bas de la course d'admission de sorte qu'entre le moment de l'injection et le moment de l'allumage, la majeure partie du carburant reste au-dessus de la plaque perforée 24. Quand on fait fonctionner ce moteur avec avance à l'allumage, le rapport air : carburant dans l'interstice des électrodes au moment de l'allumage est de richesse notablement supérieure au rapport global dans le moteur.

REVENDECATIONS

1. Procédé de stratification de charge dans un moteur à combustion interne qui comporte une chambre de combustion comprenant un volume constant appelé "chambre de culasse" et un volume variable délimité par un piston qui va et vient dans un cylindre, des moyens étant prévus pour admettre de l'air à la chambre de combustion et laisser échapper de la chambre les produits de combustion, procédé caractérisé par le fait que l'on dispose entre la position de point mort haut du piston et la chambre de culasse une plaque perforée généralement plane munie de multiples perforations qui assurent une turbulence fine, que l'on maintient la plaque perforée à la température moyenne des gaz du moteur ou au voisinage de celle-ci, que l'on introduit du carburant dans la chambre de culasse au-dessus de la plaque perforée une fois que la majeure partie de l'air a été admis au moteur de sorte qu'entre l'introduction du carburant et l'allumage, vers la fin de la course de compression, la majeure partie du carburant reste toujours au-dessus de la plaque, et que l'on allume la charge avant le point mort haut pendant que le rapport air : carburant au-dessus de la plaque est de richesse supérieure au rapport global dans le moteur.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on avance le réglage de l'allumage afin d'étendre la limite extrême de pauvreté globale du mélange avant raté d'allumage.
3. Moteur à combustion interne qui comporte une chambre de combustion comprenant un volume constant appelé "chambre de culasse" et un volume variable délimité par un piston qui va et vient dans un cylindre, des moyens étant prévus pour admettre de l'air à la chambre de combustion et laisser échapper de la chambre les produits de combustion, moteur

caractérisé par une plaque plate munie de multiples perforations et disposée entre la position de point mort haut du piston et la chambre de culasse et par des moyens permettant d'injecter du carburant dans la chambre de culasse pendant
5 que les moyens d'échappement sont fermés.

4. Moteur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que la section d'écoulement des perforations est telle que la vitesse d'écoulement à travers celles-ci est supérieure à la vitesse moyenne du piston, et que les perforations présentent la forme voulue pour causer une turbulence fine et
10 intense dans la chambre de culasse pendant toute la course de compression.

5. Moteur à combustion interne à deux temps comprenant un piston monté de manière à aller et venir dans un cylindre qui est fermé à une extrémité par une chambre de culasse et muni d'orifices d'admission et d'échappement, moteur caractérisé par le fait qu'une plaque perforée est disposée en travers du cylindre au-dessus de la position de point mort haut du piston, entre le volume variable de l'ensemble cylindre-piston et le
15 volume constant de la chambre de culasse, que cette plaque est munie de multiples perforations, que la section d'écoulement des perforations est telle que la vitesse d'écoulement à travers celles-ci soit supérieure à la vitesse moyenne du piston, que les perforations présentent la forme voulue pour donner
20 une turbulence fine et intense dans la chambre de tête pendant toute la course de compression et que des moyens sont prévus pour injecter du carburant dans la chambre de culasse.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la turbulence causée par les perforations de la plaque est suffisamment intense pour décoller la couche limite de refroidissement au voisinage des parois de la chambre de combustion de manière à assurer une combustion complète du carburant et du CO pendant le fonctionnement du moteur.
30

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on injecte le carburant sur la plaque perforée.
8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que pour introduire du carburant dans la chambre de culasse une fois que la majeure partie de l'air a été admis dans le moteur, on injecte du carburant de façon pulsée par un orifice avec le réglage voulu pour injecter du carburant vers la fin de la course d'admission de sorte qu'entre l'introduction du carburant et l'allumage, vers la fin de la course de compression, la majeure partie du carburant reste toujours au-dessus de la plaque ce qui fait que le rapport air : carburant au-dessus de la plaque est de richesse supérieure au rapport global dans le moteur pendant la course de compression.
9. Moteur à combustion interne à quatre temps qui comporte une chambre de combustion comprenant un volume constant appelé "chambre de culasse" et un volume variable délimité par un piston qui va et vient dans un cylindre, des moyens d'admission amenant de l'air à la chambre de combustion et des moyens d'échappement laissant échapper de l'air de cette chambre, moteur caractérisé par le fait qu'il comporte une plaque plate munie de multiples perforations et disposée entre la position de point mort haut du piston et la chambre de culasse et des moyens permettant d'introduire du carburant dans les moyens d'admission pendant la dernière partie de la course d'admission.

Fig. 1

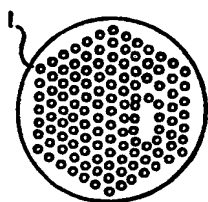
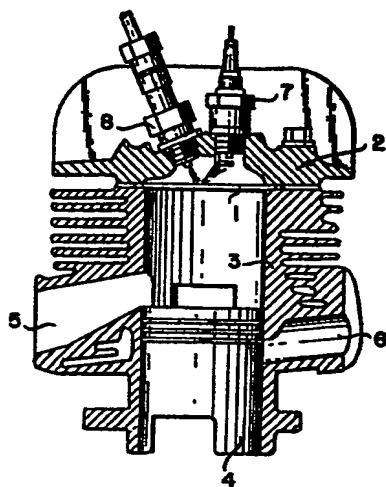


Fig. 1a

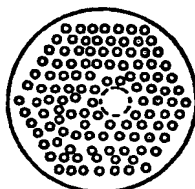


Fig. 2a

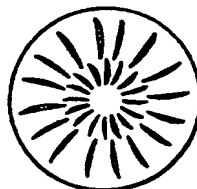


Fig. 2b

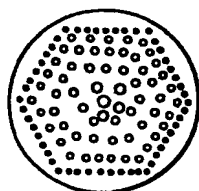


Fig. 2c

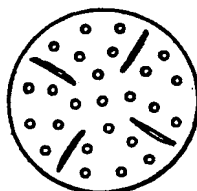


Fig. 2d

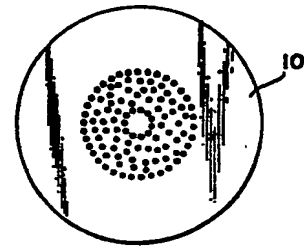
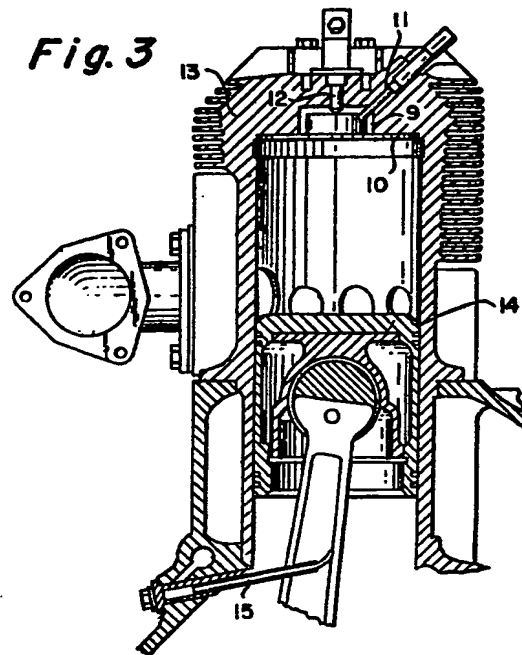


Fig. 3a

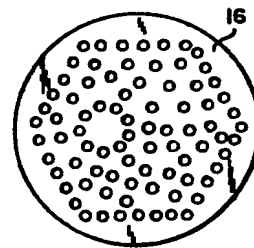
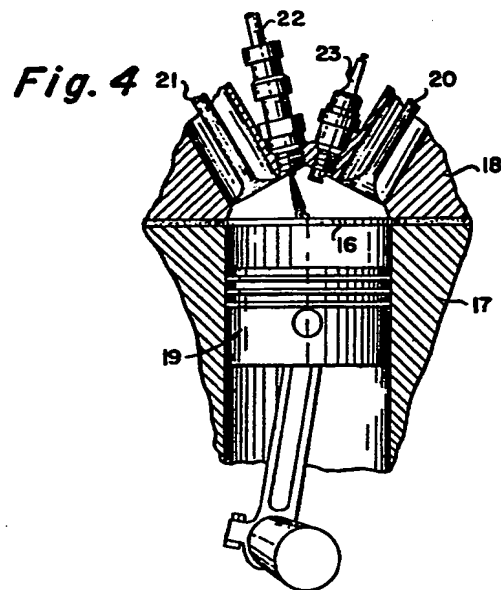


Fig. 4a

FIG. 5.

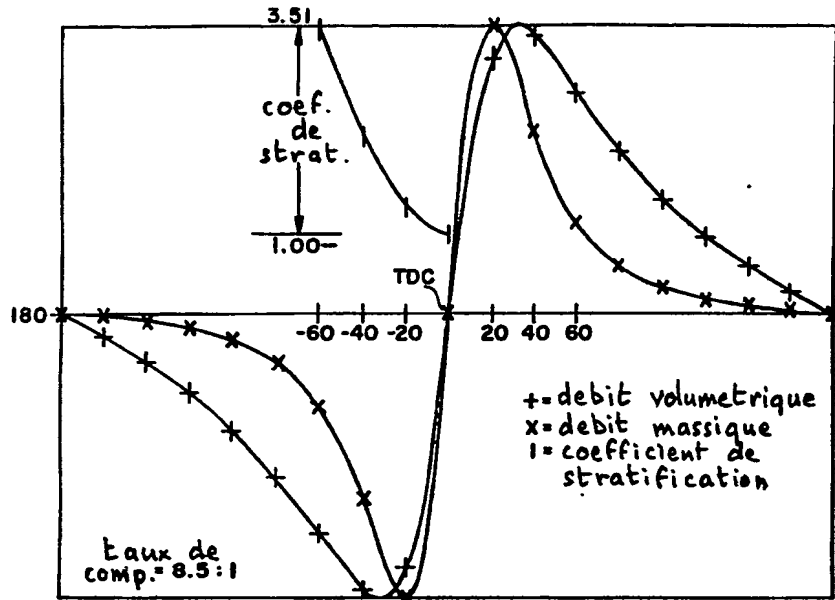


FIG. 6.

